

Пульсации ветра. Динамический расчёт

Перед расчётом любой задачи с учётом динамики

- Перед началом расчёта необходимо сделать любую тестовую задачу динамики с известным решением. Результат должен сойтись с примером. В SCAD есть заморочка с переводом нагрузок в массы. Я сталкивался с ситуацией, когда в зависимости от принятых единиц измерения надо было умножать (или делить) коэф-ты на g (ускорение свободного падения), т.е. на 9.8, чтобы получить правильные частоты. Вероятно, эта возможность предоставлена для тех, кто вводит силы в статическом нагружении в ньютонах. Чтобы их верно пересчитать в массы для динамического расчёта добавлена возможность ввести коэффициент $1 / 9.8 = 0.102$. Это и надо проверить с помощью тестовой задачи

⇒ [Верификационные задачи](#)

Необходимость выполнения динамического расчёта

СП 20.13330.2011 "Нагрузки и воздействия", п. 11.1.8:

- в) для сооружений, у которых вторая собственная частота меньше предельной, необходимо производить динамический расчет с учетом s первых форм собственных колебаний. Число s следует определять из условия $f_s < f_l < f_{s+1}$
- При расчете многоэтажных зданий высотой до 40 м и одноэтажных производственных зданий высотой до 36 м при отношении высоты к пролету менее 1,5, размещаемых в местностях типа А и В (см. 11.1.6), пульсационную составляющую ветровой нагрузки [допускается определять по формуле \(11.5\)](#).

Алгоритм расчёта

- [статическое ветровое нагружение](#) задаётся как обычно
- создаётся динамическое нагружение
- расчёт лучше делать не по СНиП, а по МГСН (см. [презентацию разработчиков SCAD, слайды 36-38](#))
- задаются коэф-ты перехода от нагрузок к массам (постоянные и длительные нормативные нагрузки)
- [число форм собственных колебаний](#) принимается заведомо большое
- производится расчёт

SCAD в протоколе расчёта выдаёт ускорение для самой верхней точки модели ¹⁾. Эти значения сравниваются с допустимыми по нормам ($0,08 \text{ м/с}^2$). Если проверка не проходит, то и для верхнего жилого этажа скорее всего не пройдёт

Расчёт произвольной точки

Для определения максимального ускорения в произвольной точке необходимо для всех основных форм колебаний найти:

- значения перемещений этой точки от действия только пульсационной составляющей (без учёта перемещений от статической составляющей ветра) - A_i [м]
- период колебаний T_i [с]

Частоту колебаний f_i , [Гц] можно определить по следующей формуле:

$$f_i = 1/T_i$$

Зная амплитуду и частоту, можно найти максимальное ускорение a для i -той формы [м/с²]:

$$a_i = A_i * \omega_i^2$$

где A_i - амплитуда i -той формы колебаний [м]

ω_i - круговая частота i -той формы колебаний [рад/с]

$$\omega_i = 2 * \pi * f_i$$

Таким образом получаем:

$$a_i = A_i * 4 * \pi^2 / T_i^2$$

Максимальное ускорение точки a [м/с²] есть сумма максимальных ускорений по всем основным формам колебаний:

$$a = a_1 + a_2 + a_3 + \dots \quad 2)$$

Примечания

Мне представляется, что складывать надо не абсолютные значения, а вектора. Причём, это тоже скорее всего не верно, т.к. из-за разных частот колебаний максимальные значения ускорений будут получаться в разные моменты времени

Рекомендуется также посчитать ускорение для верхней точки и сравнить его со значением в протоколе, чтобы убедиться в правильности использования формулы

П.С. Важно помнить, что колебания происходят не от нуля (ветер не действует), а вокруг точки, полученной от действия статической составляющей ветровой нагрузки (без пульсационной составляющей)

Полезные ссылки

- [Форум dwg.ru: Пульсационная составляющая ветровой нагрузки](#)

- [Форум dwg.ru: Пульсации ветра](#)
- [MicroFe: Контроль ускорений колебаний при действии пульсационной составляющей ветровой нагрузки](#)
- [Динамические расчеты в системе SCAD \(вариант 1\)](#)
- [Динамические расчеты в системе SCAD \(вариант 2\)](#)

1)

при расчёте по СНиП данные в протоколе выводятся только в том случае, если вторая частота собственных колебаний меньше предельной по СП

2)

см. примечания